

## 明 細 書

照明光学ユニットの製造方法、照明光学ユニットの製造装置、この製造方法により製造された照明光学ユニット、および、プロジェクタ

5

## 技術分野

本発明は、照明光学ユニットの製造方法、照明光学ユニットの製造装置、この製造方法により製造された照明光学ユニット、および、プロジェクタに関する。

## 10 背景技術

従来より、光源ランプと、この光源ランプから射出された光束を画像情報に応じて変調する電気光学装置と、この電気光学装置で変調された光束を拡大投写する投写光学系とを備えたプロジェクタが利用されている。

このようなプロジェクタでは、光源ランプから射出された光束により、電気光学装置の画像形成領域をムラ無く均一に照明するために、光源ランプおよび電気光学装置の間に複数の光学素子から構成される照明光学系が介在配置されている。

この照明光学系は、例えば、光源ランプから射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子、分割された複数の部分光束を電気光学装置の画像形成領域上に集光する集光素子、および、光源ランプから射出された光束の偏光方向を略同一方向に揃える偏光変換素子等から構成されている。

このような照明光学系を調整する場合、従来は、光源ランプ、光束分割素子、集光素子、偏光変換素子、および、電気光学装置等を収納する光学部品用筐体内に設置する。そして、実際に光源ランプから射出された光束をスクリーン上に投写しながら、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子の位置調整を実施し、目視にて最も明るくなる部分、最も明るさのムラの無くなる位置を最適位置と判断することで実施していた。

近年では、プロジェクタの小型化に伴って、光源ランプから電気光学装置までの光路長が短くなっており、光源ランプと電気光学装置の間に介在配置される照

明光学系による集光効率の向上が要求されている。

しかしながら、従来の照明光学系の調整では、光学部品用筐体に対して光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子を各々位置調整するため、高精度な位置調整が困難である。

- 5      さらに、これらの最適位置をスクリーン上に投写された光学像から目視にて判断しているために、調整する人により調整精度にばらつきが出たり、作業時間の経過により調整精度が低下するおそれがある。

- 10      そして、複数の光学素子の位置関係を高精度に調整して照明光学系による集光効率を向上させるために、これらの光学素子をユニット化する方法が望まれている。

本発明の目的は、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子を一体化した照明光学ユニットを高精度かつ効率的に製造できる照明光学ユニットの製造方法、照明光学ユニットの製造装置、この製造方法により製造された照明光学ユニット、および、プロジェクタを提供することにある。

15

#### 発明の開示

- 20      本発明の照明光学ユニットの製造方法は、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造方法であって、前記集光素子および前記偏光変換素子を所定の光路上での相対位置を外形基準で調整し、位置決め固定する第1位置決め工程と、前記第1位置決め工程で位置決めされた前記集光素子および前記偏光変換素子と前記所定の光路上に配置された前記光束分割素子とに光束を導入する光束導入工程と、前記光束導入工程により導入された光束を、前記集光素子、前記偏光変換素子、および前記光束分割素子に透過させて投影板上に光学像を形成する光学像形成工程と、前記光学像形成工程で形成された光学像を検出する光学像検出工程と、前記光学像検出工程で検出された光学像の照明領域と設計上の照明領域との対比結果を算出する照明領域対比工程と、前記照明領域対比工程で算出され
- 25

た対比結果に基づいて、前記光学像の照明領域が前記設計上の照明領域に対して最適な位置であるか否かを判定する最適状態判定工程と、前記最適状態判定工程で前記光学像の照明領域が最適な位置ではないと判定された前記光束分割素子の前記集光素子および前記偏光変換素子に対する相対位置を、前記照明領域対比工程で算出された対比結果に基づいて調整する光束分割素子位置調整工程と、前記最適状態判定工程で前記光学像の照明領域が最適な位置であると判定された前記光束分割素子を位置決め固定する第2位置決め工程とを備えていることを特徴とするものである。

ここで、光束分割素子としては、例えば、前記電気光学装置の画像形成領域に応じたレンズを照明光軸に直行する面内でマトリクス状に配列したレンズアレイを採用できる。さらに、このレンズアレイの他、入射した光束を内面反射を利用して複数の部分光束に分割するロッド等も採用できる。すなわち、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割できる光学素子であれば、種々のものを採用できる。

このような本発明によれば、照明領域対比工程において、検出された光学像照明領域と設計上の照明領域とを対比することができ、例えば、光学像による照明領域の外縁の位置、外縁の所定位置における距離、または、外縁内の面積等と、設計上の照明領域における外縁の位置、外縁の所定位置における距離、または、外縁内の面積等とを対比する。そして、例えば、設計上の照明領域に対して光学像による照明領域が同等、大きい、あるいは、小さい等の評価を対比結果として算出できる。また、設計上の照明領域に対しての相対値を算出してもよい。また、光束分割素子位置調整工程において、照明領域対比工程での対比結果に基づいて集光素子および偏光変換素子に対する光束分割素子の相対位置を調整するので、効率よく調整することができる。そして、最適状態判定工程において、照明領域対比工程による上記のような対比結果に基づいて設計上の照明領域に対する光学像の照明領域の最適な状態を判定するので光束分割素子の最適な位置を容易にかつ正確に判定できる。

したがって、各光学素子の光学的相対位置を高精度に調整できるとともに、効

率的に調整することができ、集光効率の向上した照明光学ユニットを製造できる。

また、光束分割素子位置調整工程では、第1位置決め工程にて位置決め固定された集光素子および偏光変換素子に対して光束分割素子のみの位置調整を実施する。そして、第2位置決め固定工程では、この光束分割素子の位置調整の後に、

5 位置決め固定する。

したがって、設計上の照明領域に対する、照明光学ユニットが形成する光学像の照明領域の位置調整を、簡単な工程で実施することができ、照明光学ユニットの製造効率を向上できる。

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記投影板上には、前記設計上の

10 照明領域の外形を示す見切枠が形成され、前記光学像検出工程では、前記投影板上の前記光学像と前記見切枠とを撮像素子が検出し、前記照明領域対比工程は、前記光学像検出工程で検出された前記光学像と前記見切枠とを画像として取り込む画像取込手順と、前記画像取込手順により取り込まれた画像から前記光学像の輝度を画素単位で取得する輝度値取得手順と、前記光学像の照明領域の内外に

15 亘って設定された走査線を選択する走査線選択手順と、前記輝度値取得手順で取得された前記画素単位の輝度値から、前記走査線選択手順により選択された走査線上の画素位置に応じた輝度値の変化を表す輝度値変化曲線を取得する輝度値変化曲線取得手順と、前記輝度値変化曲線取得手順により取得された輝度値変化曲線から、前記光学像の照明領域外部を表す部分と照明領域内部を表す部分との間

20 である輝度値変化部分を直線近似して近似直線を算出する近似直線算出手順と、前記近似直線算出手順により算出された近似直線に基づいて前記光学像の照明領域の境界点を取得する境界点取得手順と、前記境界点取得手順により取得された境界点の位置と前記見切枠の位置とを対比して、前記見切枠に対する前記光学像の照明領域の照明マージンを算出する照明マージン算出手順とを備えていること

25 が好ましい。

このような方法では、従来の目視による曖昧な調整精度を改善し、投影板に形成された照明光学ユニットが形成した光学像の照明領域と設計上の照明領域の外形を示す見切枠とを撮像素子で検出し、照明領域対比工程では、光学像検出工程

で撮像素子によって検出された見切枠の画像と光学像の照明領域とを対比することができるので、各光学素子の光学的相対位置をより高精度に調整できるとともに、より効率的に調整することができ、集光効率の向上した照明光学ユニットを製造できる。

- 5 例えば、この照明領域対比工程では、以下のような手順で見切枠の画像と光学像の照明領域とを対比する。

(A) 先ず、画像取込手順により、画像検出工程にて検出された光学像をビデオキャプチャボード等の画像取込手段で取り込み、輝度値取得手順により、この取り込んだ光学像の輝度値を、例えば、0～255の256階調に分けて取得する。

10

(B) 次に、走査線選択手順により、例えば、光学像の照明領域内外にわたって横方向に延びる走査線を1つ選択する。そして、輝度値変化曲線取得手順により、この選択した一走査線において、X軸（横軸）を各画素位置とし、Y軸（縦軸）をこれらの対応する輝度値として、XY座標にプロットした輝度値変化曲線を取得できる。

15

この取得した輝度値変化曲線は、光学像の照明領域の境界部分において、光学像の外側から中央部分に向って、一般に、略クランク状またはS字状として取得される。すなわち、輝度値変化曲線は、輝度値が略0である照明領域外部を表す部分と、輝度値が略255である照明領域内部を表す部分と、その間の輝度値変化部分とで構成されている。

20

なお、光学像の照明領域の中央部分から光学像の外側に向う場合には、前述とは逆のクランク状または逆S字状の輝度値変化曲線を取得する。また、縦方向の走査線も、縦と横とを換えて同様に取得する。

(C) 次に、近似直線算出手順において、例えば、輝度値変化部分の全体を最小二乗法等の手段により直線近似して、近似直線を算出できる。また、輝度値変化部分全体を用いずに、輝度値変化部分の一部のみを取り出して、この一部の両端に基づいて直線近似して近似直線を算出することもできる。

25

(D) そして、境界点取得手順により、例えば、この輝度値変化部分と輝度値2

5 5階調を示す線（輝度値255階調線）との交点を取得して、この交点を、照明領域の境界を示す点、すなわち、照明用に十分な輝度値を有する限界の位置を示す境界点とする。

- 5     なお、輝度値変化部分と輝度値255階調線との交点以外に、輝度値変化部分と輝度値255階調線との交点のX座標から所定画素シフトしたX座標を境界点の画素位置としてもよいし、また、輝度値変化部分と、照明領域内部を示す部分を直線近似した線との交点を境界点としてもよい。

- 10    (E) 最後に、照明マージン算出手順により、例えば、走査線上的見切枠画像の画素位置または画素位置間の距離に対する、走査線上的境界点の位置または境界点間の距離の相対値を取得し、この相対値を照明マージンとして算出する。

- 15    なお、上記(B)～(D)の操作を、照明領域の内外にわたる縦横方向の複数の走査線で実施して全ての走査線での境界点を取得し、これら取得した境界点に基づいて照明マージン算出手順にて照明マージンを算出してもよい。この場合には、見切枠画像の所定の画素位置、所定の画素位置間の距離、および、見切枠画像の面積等に対する、境界点の集合により形成される照明領域の外縁の所定位置、外縁の所定位置間の距離、および、外縁内の面積等の相対値を取得し、この相対値を照明マージンとして算出できる。

- 20    ここで、光束導入工程にて、光源ランプから光束を導入した場合には、基本的には一定輝度値の光束を放射しているが、製造時の外部環境等の影響によって、瞬間的に輝度値が小さくなる等の変化を起こす場合がある。

しかしながら、本発明によれば、輝度値変化曲線の輝度値変化部分の傾きが光源ランプの変化等に影響されず、この影響を受けない輝度値変化部分を直線近似して境界点を特定したので、正確な領域情報を算出できる。

- 25    本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記見切枠は略矩形状に設定され、前記照明領域対比工程では、前記走査線選択手順、輝度値変化曲線取得手順、近似直線算出手順、および、境界点取得手順が、前記見切枠の互いに対向する辺に沿って複数回実施され、前記照明マージン算出手段は、前記見切枠の互いに対向する辺の間の距離 $D_a$ を算出し、前記境界点取得手順で得られた境界点のうち、

前記見切枠の互いに対向する辺の一方の辺に沿った境界点と、前記見切枠の互いに対向する辺の他方の辺に沿った境界点との間の前記見切枠の互いに対向する辺に直交する方向の距離 $D_s$ を算出し、前記照明マージン $M$ を、下記式(1)

$$M = (D_s - D_a) / 2 \cdots (1)$$

5 により算出することが好ましい。

このような方法では、照明マージン算出手順は、設計上の照明領域の外形を示す見切枠が略矩形状に設定されている場合に、見切枠画像の互いに対向する辺に沿って取得した複数の境界点に基づいて、最適な照明マージンを算出できる。

ここで、例えば、上記(D)の手順において選択された1本の走査線で取得した境界点が測定環境の異常等に起因する特異的な点である場合に、上記(E)の手順にて選択された1本の走査線のみで照明マージンを算出すると、照明領域全体における正確な照明マージンを算出できないおそれがある。

ここでは、例えば、上記(B)～(D)の操作を、見切枠画像の互いに対向する縦横方向の複数の走査線を実施して全ての走査線での境界点を取得する。そして、照明マージン算出手順では、取得された複数の境界点のうち、見切枠画像の互いに対向する一方の辺に沿った境界点と、他方の辺に沿った境界点間の一对の辺に直交する方向の最小距離 $D_s$ 、および、見切画像の一对の画素位置間の距離 $D_a$ に基づいて、式(1)により照明マージン $M$ を算出する。

したがって、例えば、取得された複数の境界点のうち、設計上の照明領域の外形を示す見切枠画像の極端に内側に位置するような特異的な境界点があった場合であっても、見切枠画像に対する光学像の照明領域全体の照明マージンを確実に算出できる。

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記照明領域対比工程は、さらに、前記画像取込手順で取り込まれた画像から前記見切枠の中心位置を算出する見切枠画像中心位置算出手順と、前記境界点取得手順により取得された境界点の位置から前記光学像の照明領域の中心位置を算出する光学像中心位置算出手順と、前記見切枠の中心位置と前記光学像の照明領域の中心位置とのずれ量を算出する画像中心ずれ量算出手順とを備え、前記最適状態判定工程は、前記照明マージン算



出手順で算出された照明マージン $M$ が予め設定された閾値以上であり、かつ、前記画像中心ずれ量算出手順で算出されたずれ量が予め設定された閾値以下である場合に、前記光学像の照明領域が最適状態であると判定することが好ましい。

ここで、照明領域対比工程にて取得した複数の境界点に誤差が生じている場合には、照明マージン算出手順で算出した照明マージンに基づいて光束分割素子の位置を設定したとしても、設計上の照明領域の中心軸と光学像の照明領域の中心軸とがずれてしまうおそれがある。例えば、設計上の照明領域の中心軸と光学像の照明領域の中心軸とがずれている場合には、照明光軸のずれた照明光学ユニットを製造してしまうおそれがある。

10 本発明では、照明領域対比工程は、見切枠画像中心位置算出手順、光学像中心位置算出手順、および、画像中心ずれ量算出手順を備えていることにより、設計上の照明領域の中心軸と光学像の照明領域の中心軸とのずれ量を算出できる。

また、最適状態判定工程では、照明マージン $M$ が予め設定された閾値以上であり、かつ、画像中心ずれ量算出手順で算出されたずれ量が予め設定された閾値以下である場合に、光学像の照明領域が最適状態であると判定する。このことにより、照明領域対比工程にて取得した複数の境界点に誤差が生じている場合であっても、設計上の照明領域に対して有効な照明マージンを確保した照明光学ユニットを製造でき、さらに、照明光軸のずれのない照明光学ユニットを製造できる。

20 なお、最適状態判定工程において、照明マージン $M$ を判定する際、予め設定された閾値を下限値として、さらに、上限値を有するような範囲内に照明マージン $M$ が位置しているか否かを判定するようにしてもよい。このようにすれば、所定の照明マージンを有する照明領域を確保するとともに、最適な照明領域の範囲内に光学像の照明領域を確保した照明光学ユニットを製造できる。

25 本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記光束分割素子位置調整工程は、前記光束導入工程にて導入された光束の光軸を $Z$ 軸とし、前記 $Z$ 軸と直交し、互いに直交する2軸を $X$ 軸、 $Y$ 軸としたときに、前記 $X$ 軸方向に前記光束分割素子を移動させる $X$ 軸位置調整手順と、前記 $Y$ 軸方向に前記光束分割素子を移動させる $Y$ 軸位置調整手順と、前記 $Z$ 軸を中心として前記光束分割素子を回転させる面



内回転位置調整手順とを備えていることが好ましい。

このような方法では、光束分割素子位置調整工程は、X軸位置調整手順、Y軸位置調整手順、および、面内回転位置調整手順とを備えていることにより、光束分割素子の位置調整を高精度に実施でき、照明光学ユニットを高精度かつ効率的に製造できる。

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記照明領域対比工程の前に、前記光束分割素子に未硬化状態の光硬化型接着剤が塗布され、前記第2位置決め工程では、前記光硬化型接着剤に光線を照射して、該光硬化型接着剤を硬化させて前記光束分割素子を固定することが好ましい。

このような方法では、光束分割素子に塗布された光硬化型接着剤が未硬化の状態状態で光束分割素子位置調整工程を行い、第2位置決め工程では、前記光硬化型接着剤に光線を照射して、光硬化型接着剤を硬化させて光束分割素子を固定できる。このことにより、光束分割素子を適宜な位置に調整後、確実に固定できるので、照明光学ユニットの製造を容易にかつ確実に行え、照明光学ユニットの製造効率の向上を図れる。

また、本発明の照明光学ユニットの製造方法を実施するための照明光学ユニットの製造装置としても成立するものである。すなわち、本発明の照明光学ユニットの製造装置は、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置であって、外形基準で相対位置が調整され、所定の光路上に位置決め固定された前記集光素子および前記偏光変換素子を保持する素子保持体と、前記所定の光路上に配置された前記光束分割素子を保持する光束分割素子保持体と、前記集光素子、前記偏光変換素子、および前記光束分割素子に光束を導入する光源と、前記集光素子、前記偏光変換素子、および前記光束分割素子を透過した前記光束の光学像が投影される投影板と、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子の相対位置を調整する位置調整部と、前記光束分割素子の位置決め固定を実施する位置決め固定部と、前記投影板上に形成された光学像を撮像する撮像

素子と、前記撮像素子により撮像された光学像を画像として取り込む画像取込装置と、前記画像取込装置により取り込まれた画像の画像処理を実施する画像処理装置とを備え、この画像処理装置は、前記画増取込装置により取り込まれた画像に基づいて前記光学像の照明領域と設計上の照明領域との対比結果を算出する照明領域対比手段と、前記照明領域対比手段により算出された対比結果に基づいて、前記光束分割素子が最適な位置であるか否かを判定する最適状態判定手段とを備えていることを特徴とするものである。

ここで、撮像素子としては、例えば、CCD (Charged Coupled Device)、MOS (Metal Oxide Semiconductor) センサ等の撮像素子を採用できる。

10 また、画像取込装置としては、上記の撮像素子から出力される電気信号を取得して画像処理装置にて読み取り可能な画像信号に変換して出力するビデオキャプチャボード等を採用できる。

また、画像処理装置を構成する各手段としては、例えば、コンピュータの動作制御を行うOS (Operating System) 上に展開されるプログラムとして構成できる。

15 このような本発明の照明光学ユニットの製造装置では、上述した照明光学ユニットの製造方法と同様の工程により照明光学ユニットを製造することができ、前記と同様の作用および効果を享受できる。

さらに、プロジェクタの製造方法に本願の照明光学ユニットの製造方法を含むことができ、小型化および高輝度化に対応したプロジェクタを効率よく製造することができる。

そして、前述の照明光学ユニットの製造方法により製造された照明光学ユニットによれば、集光効率の向上した照明光学ユニットとすることができ、これをプロジェクタに適用することにより、小型化および高輝度化に対応できるとともに、製造効率の向上を図ることができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態に係る照明光学ユニットを備えたプロジェクタの光

学系の構造を示す模式図である。

図 2 は、前記実施形態における光学系の構造を説明する模式図である。

図 3 は、前記実施形態における照明光学ユニットの構造を示す概要斜視図である。

5 図 4 は、前記実施形態における照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す正面図である。

図 5 は、前記実施形態における照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す側面図である。

図 6 は、前記実施形態における投影板の構造を示す正面図である。

10 図 7 は、前記実施形態における P C 本体の制御構造を模式的に示すブロック図である。

図 8 は、前記実施形態における画像処理装置にて認識される光学像を模式的に示す図である。

15 図 9 は、前記実施形態における P C 本体にて取り込まれた光学像において走査線を選択して輝度値変化曲線を取得する様子を示す図である。

図 1 0 は、前記実施形態における照明光学ユニットの設置状態を説明する図である。

図 1 1 は、前記実施形態における位置調整部を示す正面図である。

図 1 2 は、前記実施形態における位置調整部を示す側面図である。

20 図 1 3 は、前記実施形態における光束分割素子挾持部を上方から見た図である。

図 1 4 は、前記実施形態における照明光学ユニットを製造する動作を説明するフローチャートである。

25 図 1 5 は、前記実施形態における照明領域対比工程の手順を説明するフローチャートである。

図 1 6 は、前記実施形態における輝度値変化曲線の一部を拡大して示す図である。

図 1 7 は、前記実施形態における近似直線算出手順を説明するフローチャート

である。

図 1 8 は、前記実施形態における境界点取得手順を説明するフローチャートである。

5 図 1 9 は、前記実施形態における照明マージン算出手順を説明するフローチャートである。

図 2 0 は、前記実施形態における照明マージン算出手順にて左右マージンの算出手順を説明する図である。

図 2 1 は、前記実施形態における照明マージン算出手順にて上下マージンの算出手順を説明する図である。

10 図 2 2 は、前記実施形態における画像中心ずれ量算出部による中心位置のずれ量の算出手順を説明するフローチャートである。

図 2 3 は、前記実施形態における画像中心ずれ量算出部による中心位置のずれ量の算出手順を説明する図である。

15 図 2 4 は、前記実施形態における表示制御手段によりディスプレイに表示される情報を示す図である。

図 2 5 は、前記実施形態における光束分割素子位置調整工程の手順を説明するフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

20 以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

〈1〉照明光学ユニットを利用したプロジェクタの構造

図 1 は、本発明の実施形態に係る照明光学ユニットを備えたプロジェクタの光学系の構造を表す模式図である。

25 図 1 において、100 は、プロジェクタであり、このプロジェクタ 100 は、インテグレート照明光学系 110、色分離光学系 120、リレー光学系 130、電気光学装置 140、クロスダイクロイックプリズム 150、および、投写光学系 160 を備えている。

インテグレート照明光学系 110 は、光源装置 111、照明光学ユニット 11

2、および、重畳レンズ113を備えて構成されている。

光源装置111は、光源ランプ111Aおよびリフレクタ111Bから構成されている。

5 照明光学ユニット112は、光源装置111から射出された光束を複数の部分光束に分割して、後述する電気光学装置140の液晶パネル141の画像形成領域に集光する。この照明光学ユニット112は、光束分割素子としての第1レンズアレイ112A、集光素子としての第2レンズアレイ112B、偏光変換素子としてのPBSアレイ112Cを備えて構成されている。

10 第1レンズアレイ112Aは、光源ランプ111Aから射出された光束を複数の部分光束に分割する。この第1レンズアレイ112Aは、図1に示すように、照明光軸Aと直交する面内にマトリクス上に配列される複数のレンズを備えて構成され、各レンズの縦横比は、後述する液晶パネル141の画像形成領域の縦横比と対応している。

15 第2レンズアレイ112Bは、第1レンズアレイ112Aにより分割された部分光束を集光する。この第2レンズアレイ112Bは、第1レンズアレイ112Aと同様に、照明光軸Aに直交する面内にマトリクス状に配列される複数のレンズを備えている。各レンズの配列は、第1レンズアレイ112Aを構成するレンズと対応しているが、その大きさは、第1レンズアレイ112Aのように液晶パネル141の画像形成領域の縦横比と対応する必要はない。

20 PBSアレイ112Cは、光源ランプ111Aから射出された光束の偏光方向を略一方向に揃える。このPBSアレイ112Cは、図2に示すように、偏光分離膜112C1、反射膜112C2、位相差板112C3、および、遮光板112C4を備えている。

25 偏光分離膜112C1は、第1レンズアレイ112Aおよび第2レンズアレイ112Bを介した各部分光束に含まれる偏光光束のうち、P偏光光束またはS偏光光束の一方の偏光光束を透過し、他方の偏光光束を反射することで、両偏光光束を分離する。

反射膜112C2は、この偏光分離膜112C1で反射された偏光光束を9

0° 折り曲げて、偏光分離膜 112C1 を透過した偏光光束の射出方向に、この折り曲げた偏光光束の射出方向を描える。

位相差板 112C3 は、偏光分離膜 112C1 を透過した偏光光束の射出位置に応じて配置され、該偏光光束の偏光方向を変換する。例えば、透過した偏光光束が P 偏光光束であれば、この位相差板 112C3 は、S 偏光光束に変換する。

遮光板 112C4 は、PBS アレイ 112C に入射する不要な光束を遮断し、適切な偏光変換を実現するために設けられている。

このような照明光学ユニット 112 は、図 3 に示すように、枠体としての保持枠 112D によって一体化される。

この保持枠 112D は、略箱状に形成され、照明光軸に沿った方向の側面（図 3 中、左右方向の側面）には、断面略クランク状に形成された係合部 112D1 が形成されている。この係合部 112D1 は、後述する照明光学ユニット設置部 20 の素子保持体としての保持枠保持部 21 と係合する。

また、この保持枠 112D の光入射側および光射出側の端面は、光源ランプ 111A から射出される光束が透過するように開口が形成されている。

さらに、この保持枠 112D の光入射側および光射出側に交差する一方の端面（図 3 中、紙面と略直交する端面のうち、手前側の端面）も開口され、照明光学ユニット 112 内に空気が滞留しないようになっている。

さらにまた、この保持枠 112D の光入射側および光射出側に交差する他方の端面には、具体的な図示は省略するが、光学部品を収納する光学部品用筐体への固定用のねじを挿入するための孔が形成されている。

そして、この保持枠 112D の光入射側の端面には、第 1 レンズアレイ 112A が固定され、光射出側の端面には、第 2 レンズアレイ 112B および PBS アレイ 112C が固定される。この際、光射出側の端面は、第 2 レンズアレイ 112B および PBS アレイ 112C の外形形状と略同様な形状となっている。このため、これら光学素子を光束射出側の端面に外形形状を合わせて固定することで、これら光学素子の設計上の位置にあわせることが可能となっている。

また、これらの光学素子の保持枠 112D に対する固定は、紫外線硬化型接着

剤により行われる。

重畳レンズ113は、図2に示すように、照明光学ユニット112を経た複数の部分光束を集光して、後述する液晶パネル141の画像形成領域上に重畳させる。

- 5 色分離光学系120は、インテグレート照明光学系110から射出された複数の部分光束を、赤、緑、青の3色の色光に分離する。この色分離光学系120は、2枚のダイクロイックミラー121、122と、反射ミラー123とを備えている。具体的には、ダイクロイックミラー121にて赤色光Rとその他の色光G、Bとが分離され、ダイクロイックミラー122にて緑色光Gおよび青色光Bが分離される。
- 10

リレー光学系130は、色分離光学系120で分離された色光、すなわち、本実施形態では青色光Bを後述する液晶パネル141Bまで導く。このリレー光学系130は、入射側レンズ131、リレーレンズ132、および、反射ミラー133、134を備えている。

- 15 電気光学装置140は、3枚の液晶パネル141（141R、141G、141B）を備え、色分離光学系120で分離された各色光R、G、Bを液晶パネル141R、141G、141Bによって、画像情報に応じて変調して光学像を形成する。この液晶パネル141は、例えば、ポリシリコンTFTをスイッチング素子として用いている。

- 20 なお、この液晶パネル141の光路前段には、フィールドレンズ142が配置され、このフィールドレンズ142は、インテグレート照明光学系110から射出された光束を照明光軸Aに対して平行に入射させる。

- クロスダイクロイックプリズム150は、3枚の液晶パネル141から射出された色光毎に変調された画像を合成してカラー画像を形成する。このクロスダイクロイックプリズム150には、赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが、4つの直角プリズムの界面に沿って略X字状に形成され、これらの誘電体多層膜によって3つの色光が合成される。
- 25

投写光学系160は、複数の組レンズからなるレンズユニットから構成され、



クロスダイクロイックプリズム 150 で合成されたカラー画像を拡大投写する。

- 上述したインテグレート照明光学系 110、色分離光学系 120、リレー光学系 130、電気光学装置 140、クロスダイクロイックプリズム 150、および、投写光学系 160 を備えた光学エンジンは、具体的な図示は省略するが、光学部品を収納する光学部品用筐体に収納され、一体化される。

- ここで、色分離光学系 120、および、リレー光学系 130 を構成するレンズ、ミラー等の光学部品は、光学部品用筐体に対して直接固定されるが、インテグレート照明光学系 110 については、第 1 レンズアレイ 112A、第 2 レンズアレイ 112B、および、PBS アレイ 112C は、保持枠 112D により照明光学ユニット 112 として一体化されているため、照明光学ユニット 112 の保持枠 112D ごと光学部品用筐体に装着される。

#### 〈2〉照明光学ユニットの製造装置の構造

- 図 4 は、照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す正面図である。図 5 は、照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す側面図である。

図 4 または図 5 において、1 は、照明光学ユニットの製造装置であり、この照明光学ユニットの製造装置 1 は、製造装置本体 10、照明光学ユニット設置部 20、位置調整部 30、および、光源としての照明装置 40 を備えて構成されている。

- 製造装置本体 10 は、検出装置を収納する基部 11 と、この基部 11 の上端部から垂直方向に延び、照明光学ユニット設置部 20、位置調整部 30、および、照明装置 40 を支持する支持部 12 とを備えている。

基部 11 の天面には、照明装置 40 の照明光軸直下に位置する部分に、支持部 12 に沿って垂直方向に延びる略箱状の遮光部 13 が形成されている。

- この遮光部 13 は、照明装置 40 から射出される光束を透過させるために、その天面および底面に、開口部が形成されている。そして、この天面における開口部には、照明光学ユニット設置部 20 に設置された照明光学ユニット 112 を介した光束に基づく光学像を形成する投影板 14 が配置されている。

図 6 は、投影板の構造を示す正面図である。

投影板 1 4 は、すりガラスから構成され、図 6 に示すように、このすりガラス上には、設計上の照明領域（液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域と略同寸法）の大きさに設定された略矩形の見切枠 1 4 A が形成されている。

- 5    また、具体的な図示は省略するが、この投影板 1 4 上には、プロジェクタ 1 0 の液晶パネル 1 4 1 の光路前段に設けられるフィールドレンズ 1 4 2 と同様のフィールドレンズが設けられている。このような構成により、プロジェクタ 1 0 に組み込んだ際に最適な照明光学ユニット 1 1 2 を製造することができる。

- 10    また、基部 1 1 の内部には、図 4 または図 5 に示すように、撮像素子としての CCD カメラ 5 0、P C 6 0 (Personal Computer)、位置決め固定部としての紫外線照射装置 7 0（図 4）が収納されている。

- 15    C C D カメラ 5 0 は、電荷結合素子 (Charge Coupled Device) を撮像素子とするエリアセンサであり、照明装置 4 0 の照明光軸上、投影板 1 4 の直下に配置される。そして、この C C D カメラ 5 0 は、投影板 1 4 上に形成された光学像を撮像して電気信号に変換する。また、この電気信号は、P C 6 0 に出力される。

また、具体的な図示は省略するが、この C C D カメラ 5 0 は、投影板 1 4 に対して設置位置を移動可能に基部 1 1 の内部に収納されている。

ここで、撮像素子としては、C C D (Charged Coupled Device) の他、M O S (Metal Oxide Semiconductor) センサ等も採用できる。

- 20    P C 6 0 は、一般的な P C であり、ディスプレイ 6 1 と P C 本体 6 2 とを備え、C C D カメラ 5 0 と図示しない所定の接続ケーブルで電氣的に接続されている。

- 25    ディスプレイ 6 1 は、一般的な液晶型ディスプレイであり、P C 本体 6 2 の制御の下、後述するように P C 本体 6 2 で各種処理された結果を表示する。このディスプレイ 6 1 は、基部 1 1 の天面後方側（図 5 中右側）に位置し、垂直方向に延びるディスプレイ載置台 1 1 A に載置される。

図 7 は、P C 本体における制御構造を模式的に示すブロック図である。

P C 本体 6 2 は、C C D カメラ 5 0 にて撮像された光学像を取得し、この光学像の画像処理を施して、各種処理情報をディスプレイ 6 1 に表示させる。この P

C本体62は、図7に示すように、画像取込装置63、および、画像処理装置64を備えている。

画像取込装置63は、CCDカメラ50にて撮像された光学像に関する電気信号を取り込み、コンピュータにて読取可能な画像信号に変換して画像処理装置64に出力する。この画像取込装置63は、例えば、ビデオキャプチャボード等で構成される。

画像処理装置64は、画像取込装置63から出力される画像信号を入力して照明光学ユニット112を介した光束の光学像に基づいて画像処理を施し、この処理結果をディスプレイ61に表示させる。この画像処理装置64は、照明領域対  
10 比手段65、最適状態判定手段66、および、表示制御手段67を備えている。画像処理装置64を構成する各手段としては、例えば、コンピュータの動作制御を行うOS (Operating System) 上に展開されるプログラムを採用できる。

図8は、画像処理装置64にて認識される光学像を模式的に示す図である。

この光学像200には、照明光学ユニット112を介した光束に基づく光学像  
15 の他、投影板14に形成された見切枠14Aに基づく光学像201（見切枠画像）も含んでいる。この光学像200は、その中心軸に対応する部分の輝度が最も大きく、中心から離れるにしたがって輝度が小さくなる。すなわち、取り込まれた光学像200は、外側に向って段々暗くなっている。

照明領域対比手段65は、照明光学ユニット112を介した光束の光学像200  
20 の照明領域、および、この光学像200に含まれる見切枠画像201とを対比する。この照明領域対比手段65は、輝度値取得部65A、走査線選択部65B、輝度値変化曲線取得部65C、近似直線算出部65D、境界点取得部65E、照明マージン算出部65F、および、画像中心ずれ量算出部65Gを備えている。

輝度値取得部65Aは、画像取込装置63から出力される画像信号を取得し、  
25 光学像200の輝度値を画素単位で取得する。

図9は、取り込まれた光学像において走査線を選択して輝度値変化曲線を取得する様子を示す図である。

走査線選択部65Bは、図9（A）に示すように、光学像200の照明領域L

A内外にわたって設定される走査線SLを選択する。

輝度値変化曲線取得部65Cは、図9(B)に示すように、走査線選択部65Bにて選択された走査線SL上の画素位置に応じた輝度値の変化を表す輝度値変化曲線300を取得する。

- 5 近似直線算出部65Dは、輝度値変化曲線取得部65Cにて取得された輝度値変化曲線300から輝度値変化部分303の近似直線を算出する。

境界点取得部65Eは、近似直線算出部65Dにて算出された近似直線に基づいて光学像200の照明領域LAの境界点を取得する。

- 10 照明マージン算出部65Fは、見切枠画像201の画素位置、および、境界点取得部65Eにて取得された境界点に基づいて、見切枠画像201に対する光学像200の照明領域LAの照明マージンを算出する。そして、この照明マージンに関するマージン情報を出力する。

- 15 画像中心ずれ量算出部65Gは、見切枠画像201の中心位置、および、光学像200の照明領域LAの中心位置を算出し、これら中心位置のずれ量を算出する。そして、この中心位置のずれ量に関する中心位置ずれ情報を出力する。

最適状態判定手段66は、照明領域対比手段65にて算出された照明マージン、および、中心位置のずれ量に基づいて、光学像200の照明領域LAが見切枠画像201に対して最適な位置（第1レンズアレイ112Aの最適位置）であるか否かを判定する。そして、判定結果に関する判定情報を出力する。

- 20 表示制御手段67は、照明マージン算出部65Fから出力されるマージン情報、画像中心ずれ量算出部65Gから出力される中心位置ずれ情報、および、最適状態判定手段66から出力される判定情報を取得し、これらの情報をディスプレイ61に表示させる。

- 25 なお、図9では片側端のみを図示しているが、両端に亘る走査線SLを選択し、一本の走査線から両端の境界点を取得するように適宜選択できる。

図4に戻って、紫外線照射装置70は、照明光学ユニット112の保持枠112Dの光入射側端面と第1レンズアレイ112Aとの間に介在する紫外線硬化型接着剤に紫外線を照射して硬化させ、保持枠112Dおよび第1レンズアレイ1

12Aを固定する。この紫外線照射装置70は、具体的な図示は省略するが、光ファイバ等の導光手段にて接続され、位置調整部30に設置された光線照射部(図示省略)を備えている。

図4または図5に戻って、支持部12は、照明光学ユニット設置部20、位置調整部30、および、照明装置40を支持する。また、この支持部12は、垂直方向に該支持部12に沿って延び、後述する照明光学ユニット設置部20の素子保持体としての保持枠保持部21を上下に摺動可能にするレール12Aを備えている。

照明光学ユニット設置部20は、製造対象となる照明光学ユニット112を設置する部分である。この照明光学ユニット設置部20は、保持枠保持部21、および、紫外線遮蔽カバー22を備えている。

図10は、保持枠保持部を前方側から見た図である。

保持枠保持部21は、支持部12のレール12Aに上下に摺動可能に固定され、保持枠112Dを保持する。

また、この保持枠保持部21は、基部11の内部に設けられた空圧部11B(図4)とエアチューブにて接続され、空圧部11Bにて所定の圧力に設定された空気を導入することにより、レール12Aに対して上下に摺動する。

そしてまた、照明光学ユニットの製造装置1の基部11の天面には、保持枠保持部上下摺動スイッチSW1(図4、図5)が設けられ、この保持枠保持部上下摺動スイッチSW1により、空圧部11Bから保持枠保持部21への空気の導入が切り替えられる。

この保持枠保持部21は、支持部12のレール12Aに上下に摺動可能に固定される摺動部21Aと、摺動部21Aの端面から該端面に直交し、かつ、上下に延びるように形成された延出部21Bと、この延出部21Bの端面から左右に延びるように形成された把持部21Cと、摺動部21Aの端面から該端面に直交し、かつ、左右に延びるように形成された重畳レンズ設置部21Dとを備えている。

このうち、把持部21Cにおいて、先端部分には保持枠112Dの係合部112D1と係合するために、断面略L字状に形成された把持面21C1が形成され

ている。

重畳レンズ設置部 21D は、保持枠保持部 21 の下方に位置し、プロジェクタ 100 の重畳レンズ 113 と同様の重畳レンズ 500 を設置する。そして、照明光学ユニット 112 が把持部 21C に把持された際には、照明光学ユニット 112 とこの重畳レンズ設置部 21D に設置された重畳レンズ 500 との相対位置は、プロジェクタ 100 における照明光学ユニット 112 と重畳レンズ 113 の設計上の位置と略同一となる。このような構成により、プロジェクタ 100 に組み込んだ際に最適な照明光学ユニット 112 を製造することができる。

紫外線遮蔽カバー 22 は、紫外線照射装置 70 から位置調整部 30 に設置された光線照射部を介して照射される紫外線が外部に散乱することを防止する。この紫外線遮蔽カバー 22 は、位置調整部 30 の下端部から重畳レンズ設置部 21D にかけて囲うように略箱状に形成されている。また、この紫外線遮蔽カバー 22 の前方側（図 5 中左側）は、紫外線遮蔽カバー内部に位置する保持枠保持部 21 に照明光学ユニット 112 を設置可能にするために、左右方向に開閉可能に形成されている（図 4 参照）。

図 11 は、位置調整部を前方側から見た図である。図 12 は、位置調整部を側面から見た図である。なお、図 11 および図 12 に示すように、照明光学ユニット 112 の光軸方向を Z 軸とし、Z 軸に直交しかつ互いに直交する 2 軸を X 軸および Y 軸とする。

位置調整部 30 は、PC 本体 62 にて画像処理され、ディスプレイ 61 に表示された各種情報に基づいて、照明光学ユニット 112 の第 1 レンズアレイ 112A の位置調整を実施する。この位置調整部 30 は、光束分割素子保持体としての光束分割素子挟持部 31、および、調整部本体 32 を備えて構成されている。

図 13 は、光束分割素子保持体としての光束分割素子挟持部を上方から見た図である。

光束分割素子挟持部 31 は、調整部本体 32 の下方に位置し、第 1 レンズアレイ 112A の調整位置に設置される。そして、この光束分割素子挟持部 31 は、照明光学ユニット 112 の保持枠 112D の光束入射側の端面に紫外線硬化型接

着剤を介して密着された第1レンズアレイ112Aを挟持する。すなわち、この光束分割素子挟持部31は、保持枠保持部21が上方に摺動し、照明光学ユニット112の調整位置にセットされた際に、第1レンズアレイ112Aを挟持する。

この光束分割素子挟持部31は、第1レンズアレイ112Aの外周形状と略同一の挟持面が形成された2つのクランプ部31Aを備え、第1レンズアレイ112Aの外周部分を左右方向（図13中の上下方向）からこれらのクランプ部31Aで挟むように第1レンズアレイ112Aを挟持する。このクランプ部31Aは、空圧部11B（図4）とエアーチューブにて接続され、空圧部11Bにて所定の圧力に設定された空気を導入することにより、2つのクランプ部31Aが近接して第1レンズアレイ112Aの外周を挟持する。

そして、照明光学ユニットの製造装置1の基部11の天面には、クランプスイッチSW2が設けられ、このクランプスイッチSW2により、空圧部11Bからクランプ部31Aへの空気の導入が切り替えられる。

また、この光束分割素子挟持部31は、後述する調整部本体32のY軸位置調整部322、X軸位置調整部323、および、面内回転位置調整部324と機械的に接続されている。このため、調整部本体32による調整により、光束分割素子挟持部31が平面方向に移動し、これに連動して、第1レンズアレイ112Aが保持枠112Dの光束入射端面に対して移動する。

調整部本体32は、図11または図12に示すように、光束分割素子挟持部31を照明光軸と直行する面内で位置調整を実施する。この調整部本体32は、調整部本体基部321、Y軸位置調整部322、X軸位置調整部323、および、面内回転位置調整部324を備えて構成されている。

調整部本体基部321は、調整部本体32の上方に位置し、支持部12に固定されて調整部本体32全体を支持する。

Y軸位置調整部322は、図11に示すように、調整部本体基部321の下端部に係合し、Y軸方向に摺動可能なY軸摺動板322Aと、このY軸摺動板322AをY軸方向に摺動させるY軸方向調整つまみ322Bとを備えている。具体的に、このY軸摺動板322Aは、X軸位置調整部323および面内回転位置調



整部 3 2 4 を介して光束分割素子挟持部 3 1 と機械的に接続し、Y 軸摺動板 3 2 2 A が Y 軸方向に摺動することで、光束分割素子挟持部 3 1 がこれに連動して Y 軸方向に移動する。

X 軸位置調整部 3 2 3 は、図 1 2 に示すように、Y 軸位置調整部 3 2 2 の Y 軸  
5 摺動板 3 2 2 A の下端部に係合し、X 軸方向に摺動可能な X 軸摺動板 3 2 3 A と、  
この X 軸摺動板 3 2 3 A を X 軸方向に摺動させる X 軸方向調整つまみ 3 2 3 B と  
を備えている。具体的に、この X 軸摺動板 3 2 3 A は、面内回転位置調整部 3 2  
4 を介して光束分割素子挟持部 3 1 と機械的に接続し、X 軸摺動板 3 2 3 A が X  
軸方向に摺動することで、光束分割素子挟持部 3 1 がこれに連動して X 軸方向に  
10 移動する。

面内回転位置調整部 3 2 4 は、図 1 2 に示すように、X 軸位置調整部 3 2 3 の  
X 軸摺動板 3 2 3 A の下端部に機械的に固定される面内回転位置調整基部 3 2 4  
A と、この面内回転位置調整基部 3 2 4 A の下端部に係合し、Z 軸を中心として  
回転摺動可能な面内回転摺動板 3 2 4 B と、この面内回転摺動板 3 2 4 B を面内  
15 回転位置調整基部 3 2 4 A に対して面内方向に回転摺動させる面内回転調整つま  
み 3 2 4 C と、面内回転位置調整基部 3 2 4 A および面内回転摺動板 3 2 4 B を  
位置固定する位置固定部 3 2 4 D とを備えている。そして、面内回転摺動板 3 2  
4 B は、光束分割素子挟持部 3 1 と機械的に接続し、この面内回転摺動板 3 2 4  
B が面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対して面内方向に回転摺動することで、光  
20 束分割素子挟持部 3 1 がこれに連動して面内方向に移動する。

このうち、位置固定部 3 2 4 D は、図 1 1 に示すように、面内回転位置調整基  
部 3 2 4 A に固定され、左右方向に延びるルーズ孔が形成されたルーズ孔形成部  
3 2 4 D 1 と、ルーズ孔形成部 3 2 4 D 1 に形成されたルーズ孔に嵌合し、面内  
回転摺動板 3 2 4 B と係合する係合つまみ 3 2 4 D 2 とを備えている。すなわち、  
25 係合つまみ 3 2 4 D 2 を緩め、面内回転摺動板 3 2 4 B への係合状態を解除する  
ことで、面内回転摺動板 3 2 4 B の面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対する面内  
方向への回転摺動が可能となる。

また、図 1 2 に示すように、面内回転位置調整基部 3 2 4 A および面内回転摺

動板 3 2 4 B に跨って、回転調整めもり 3 2 4 E が形成されている。そして、作業者は、この回転調整めもり 3 2 4 E を見ることで、面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対する面内回転摺動板 3 2 4 B の回転方向の位置を認識できる。

5    なお、具体的な図示は省略するが、これら位置調整部 3 0 の照明光軸には、照明装置 4 0 からの光束が透過するように、開口が形成されている。

図 4 または図 5 に戻って、照明装置 4 0 は、照明光学ユニットの製造装置 1 の上方側に位置し、調整対象となる照明光学ユニット 1 1 2 に平行光束を供給する。この照明装置 4 0 は、光源部 4 1 および鏡筒部 4 2 を備えている。

10    光源部 4 1 は、筐体内部に収納される光源ランプ 4 1 1 を備え、この光源ランプ 4 1 1 としては、例えば、タングステン球、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、または高圧水銀ランプが用いられることが多い。

鏡筒部 4 2 は、筒状先端部分に平行化レンズ 4 2 1 が設けられている。

このような照明装置 4 0 において、光源ランプ 4 1 1 から射出された拡散光束は、鏡筒部 4 2 の先端の平行化レンズ 4 2 1 によって平行化されて照明装置 4 0  
15    の外部に平行光束として射出される。

### 〈3〉照明光学ユニットの製造方法

図 1 4 は、照明光学ユニットを製造する動作を説明するフローチャートである。

次に、上述した照明光学ユニットの製造装置 1 による照明光学ユニット 1 1 2 の製造方法を図 4 ないし図 1 3、および図 1 4 のフローチャートを参照して説明  
20    する。

(A) 先ず、保持枠 1 1 2 D の光射出側の端面に、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および P B S アレイ 1 1 2 C を外形基準で調整し、これら光学素子を位置決め固定する（第 1 位置決め固定工程：ステップ S 1）。なお、ここでの固定は、紫外線硬化型接着剤に限らず、熱硬化型接着剤等を用いてもよい。

25    (B) ステップ S 1 の後、保持枠 1 1 2 D の光入射側の端面に第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を紫外線硬化型接着剤を介して密着させる。そして、照明光学ユニット設置部 2 0 の紫外線遮蔽カバー 2 2 を開放し、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A が密着した保持枠 1 1 2 D を照明光学ユニット設置部 2 0 の保持枠保持部 2 1 に設置す

る（ステップS2）。また、設置した後に、紫外線遮蔽カバー22を閉じて密閉する。具体的に、保持枠112Dの係合部112D1を保持枠保持部21における把持部21Cの把持面21C1に当接するように設置する。

- (C)ステップS2において、保持枠112Dを保持枠保持部21に設置した後、
- 5 この保持枠保持部21を上昇させ、第1レンズアレイ112Aの調整位置にセットする（ステップS3）。具体的に、製造装置1に設けられた保持枠保持部上下摺動スイッチSW1を操作することで、保持枠保持部21には、空圧部11Bにて所定の圧力に設定された空気が導入され、レール12Aに対して上方に摺動する。

- 10 (D) ステップS3において、保持枠保持部21が上昇して調整位置にセットされると、位置調整部30の光束分割素子挟持部31が第1レンズアレイ112Aの外周を挟持する（ステップS4）。具体的に、製造装置1に設けられたクランプスイッチSW2を操作することで、光束分割素子挟持部31には、空圧部11Bにて所定の圧力に設定された空気が導入される。そして、光束分割素子挟持部
- 15 31の2つのクランプ部31Aが近接するように移動し、第1レンズアレイ112Aの外周を挟持する。

(E) 照明装置40の光源ランプ411を駆動し、照明光学ユニット112に平行光を導入する（光束導入工程：ステップS5）。

- (F) ステップS5において、光束が導入されると、照明光学ユニット112、
- 20 および、重畳レンズ設置部21Dに設置された重畳レンズ500を介した光束の光学像が投影板14に形成される（光学像形成工程：ステップS6）。

- (G) CCDカメラ50は、ステップS6において投影板14上に形成された見切枠14Aを含む光学像を検出する。そして、このCCDカメラ50は、検出した光学像を電気信号に変換し、PC60に出力する（光学像検出工程：ステップ
- 25 S7）。

(H) PC本体62を操作し、今回の照明光学ユニット112（第1レンズアレイ112A、第2レンズアレイ112B、PBSアレイ112C）の組み合わせに対応するプロジェクトの機種データを呼び出す（ステップS8）。

この機種データとしては、液晶パネル141の画像形成領域の大きさ、照明領域を特定する走査線の数量に関するデータ、照明領域を対比する際のマージン量の最適範囲を示す閾値データ、および、照明領域を対比する際の中心ずれ量の最適範囲を示す閾値データ等と呼び出す。なお、このようなデータは、ユーザ等により設定可能となっており、例えば、テキストファイルで保存される。

(I) PC本体62は、CCDカメラ50から出力される電気信号を取得する。そして、この電気信号に基づく光学像の画像処理を施し、見切枠画像201(図8)および照明光学ユニット112を介した光束に基づく光学像200(図8)の照明領域を対比し、ディスプレイ61に各種処理情報を表示させる(照明領域対比工程:ステップS9)。

具体的に、照明領域対比工程S9は、以下に示す手順により実施される。

図15は、照明領域対比工程の手順を説明するフローチャートである。

(I-1) 先ず、PC本体62の画像取込装置63が、CCDカメラ50から出力される電気信号を取得し、画像処理装置64にて読取可能な画像信号に変換して出力する(画像取込手順:ステップS91)。

(I-2) 次に、画像処理装置64の輝度値取得部65Aは、画像信号を取得し、取得した画像信号に基づく光学像200(図8)の輝度値を0~255の256階調に分けて、画素単位で取得する(輝度値取得手順:ステップS92)。

(I-3) 次に、走査線選択部65Bは、取り込んだ光学像200の輝度値を照明領域LAの内外に亘る横方向の横走査線の中から1つの横走査線を選択する(走査線選択手順:ステップS93)。具体的には、図9(A)に示すように、光学像200の左端から中央部分にかけて、光学像200の照明領域LAの内外に亘る横走査線SLの中から1つの横走査線SL1を選択する。

(I-4) 次に、輝度値変化曲線取得部65Cは、ステップS93において選択した横走査線SL1上の画素位置に応じた輝度値(階調)の変化を示す輝度値変化曲線300を取得する(輝度値変化曲線取得手順:ステップS94)。具体的に、図9(B)に示すように、横軸(X軸)を走査線上の画素位置とし、縦軸(Y軸)を対応する輝度値の階調として、XY座標にプロットした輝度値変化曲線3

00を取得する。

この取得した輝度値変化曲線300は、図9（B）に示すように、光学像200の照明領域LAの境界部分において、光学像200の外側から中央部分に向けて、クランク状またはS字状に取得される。すなわち、輝度値変化曲線300は、  
 5 階調が略0であって照明領域LAの外部であることを示す部分である基準部301と、階調が略255であって適正な照明領域を示す照明領域LA内部である照明部分302と、その間の輝度値変化部分303とで構成される。

なお、光学像の照明領域の中央部分から光学像の外側に向う場合には、前述とは逆のクランク状または逆S字状の輝度値変化曲線を取得する。また、縦方向の  
 10 走査線も、縦と横とを換えて同様に取得する。

図16は、図9（B）における輝度値変化曲線300の一部を拡大して示す図である。

（I-5）次に、近似直線算出部65Dは、輝度値変化部分303を直線として近似し、この近似直線を算出する（近似直線算出手順：ステップS95）。具体的には、図17に示すフローチャートに基づいて近似直線を算出する。  
 15

（I-5-1）図16，図17に示すように、輝度値変化部分303で直線性の高い部分となるような基準となる輝度基準値、例えば、220階調を設定する（ステップS951）。

（I-5-2）次に、この220階調を示す220階調線Y1と、輝度値変化部分303との交点Aの座標を取得する。そして、この交点AのX座標の前後10画素離れた画素位置を示す点である点B，Cを取得する（ステップS952）  
 20

（I-5-3）これらの取得した点B，Cの座標、すなわち、点B，Cの画素位置および画素位置の階調に基づいて、点B，C間の輝度値変化部分303を直線として近似し、この変化部分近似直線303Aを算出する（ステップS953）。

（I-6）次に、図15，図16に示すように、変化部分近似直線303Aに基づいて、境界点取得部65Eは、光学像200の照明領域LAの境界点Hを取得する（境界点取得手順：ステップS96）。具体的には、図18に示すフローチャートに基づいて境界点Hを取得する。  
 25

(I-6-1) 図16, 図18に示すように、変化部分近似直線303Aと255階調線Y2との交点Gを取得する(ステップS961)。

(I-6-2) この交点Gから光学像200の中心側へ所定画素分、例えば、50画素分シフトした画素位置における照明部分302上の基準となる点Eを取得する(ステップS962)。

(I-6-3) 次に、光学像200の略中心となる画素位置における照明部分302上の点Fを取得する(ステップS963)。

(I-6-4) これらの点E, Fの座標、すなわち、点E, Fの画素位置および画素位置の階調に基づいて、点E, F間の照明部分302を直線として近似し、この照明部分近似直線302Aを算出する(ステップS964)。

(I-6-5) 次に、算出された変化部分近似直線303Aと、照明部分近似直線302Aとの交点Hを取得する(ステップS965)。このようにして、取得された交点Hが境界点である。

(I-7) このような手順で、左側の横走査線SL全ての境界点Hを取得した後、同様な手順で、右側の横走査線および上下側の縦走査線についても境界点Hを取得する(ステップS97)。この際、走査線選択手順S93では、ステップS8にて呼び出された機種データのひとつである選択する走査線の数量に基づいて特定の数量の走査線SLが左右上下側において選択される。また、照明領域LAの左側と右側の境界点Hを照明領域の左端と右端に亘る一本の走査線で取得してもよく、照明領域LAの上側と下側の境界点Hを照明領域上端と下端に亘る一本の走査線で取得してもよい。

(I-8) 次に、照明マージン算出部65Fは、見切枠画像201の画素位置、および、ステップS96にて取得された境界点Hに基づいて、見切枠画像201に対する光学像200の照明領域LAの照明マージンMを算出する(照明マージン算出手順: ステップS98)。具体的には、図19に示すフローチャートに基づいて照明マージンMを算出する。

図20は、左右マージンの算出方法を説明する図である。図21は、上下マージンの算出方法を説明する図である。

まず、照明マージン算出部 6 5 F による上下左右マージンの算出手順を図 1 9 に示すフローチャート、図 2 0 を参照して説明する。

(I-8-1) 照明マージン算出部 6 5 F は、輝度値取得手順 S 9 2 において、取得された輝度値から、見切枠画像 2 0 1 の画素位置を認識する (ステップ S 9 8 1)。

(I-8-2) この認識した画素位置の座標から見切枠画像 2 0 1 の左右端縁間の距離  $D_{ah}$  と上下端縁間の距離  $D_{av}$ 、すなわち見切枠画像 2 0 1 の対向する辺である上下左右の端縁間の距離  $D_a$  を算出する (ステップ S 9 8 2)。

(I-8-3) また、照明マージン算出部 6 5 F は、境界点取得部 6 5 E にて取得された境界点 H のうち、見切枠画像 2 0 1 の左端縁に沿った境界点 H のうち最も右側の境界点 H 1 と見切枠画像 2 0 1 の右端縁に沿った境界点 H のうち最も左側の境界点 H 2 との最小距離  $D_{sh}$  を算出する (ステップ S 9 8 3)。すなわち、この最小距離  $D_{sh}$  は、照明領域 LA における見切枠画像 2 0 1 の左右端縁に直交する方向の距離に相当する。

(I-8-4) そして、照明マージン算出部 6 5 F は、ステップ S 9 8 2 にて算出した距離  $D_{ah}$ 、および、ステップ S 9 8 3 にて算出した距離  $D_{sh}$  に基づいて、左右マージン  $M_h$  を以下の式 (2) により算出する (ステップ S 9 8 4)。

$$M_h = (D_{sh} - D_{ah}) / 2 \cdots (2)$$

(I-8-5) 次に、図 2 1 に示すように、照明マージン算出部 6 5 F は、見切枠画像 2 0 1 の上端縁に沿った境界点 H のうち最も下側の境界点 H 3 と、見切枠画像 2 0 1 の下端縁に沿った境界点 H のうち最も上側の境界点 H 4 との最小距離  $D_{sv}$  を算出する (ステップ S 9 8 5)。すなわち、この最小距離  $D_{sv}$  は、照明領域 LA における見切枠画像 2 0 1 の上下端縁に直交する方向の最も狭い距離に相当する。

(I-8-6) そして、照明マージン算出部 6 5 F は、ステップ S 9 8 2 にて算出した距離  $D_{av}$ 、および、ステップ S 9 8 5 にて算出した距離  $D_{sv}$  に基づいて、上下マージン  $M_v$  を以下の式 (3) により算出する (ステップ S 9 8 6)。

$$M_v = (D_{sv} - D_{av}) / 2 \cdots (3)$$



なお、左右マージン $M_h$ および上下マージン $M_v$ の算出結果が負の値となった場合は、再測定する構成としても良い。また、左右マージン $M_h$ および上下マージン $M_v$ の算出結果が負の値となった場合に、以下のような構成を採用しても良い。例えば、照明マージン算出部65Fは位置調整中の照明光学ユニット112  
 5 が異常である旨の情報を表示制御手段67に送信する。そして、表示制御手段67はディスプレイ61に現在製造中の照明光学ユニット112が異常である旨を表示させる。

(I-9)次に、画像中心ずれ量算出部65Gは、見切枠画像201の中心位置、および、光学像200の照明領域LAの略中心位置を算出し、これら中心位置の  
 10 ずれ量を座標値として算出する(ステップS99) 具体的には、図22に示すフローチャートに基づいて中心位置のずれ量を算出する。

図23は、画像中心ずれ量算出部による中心位置のずれ量の算出方法を説明する図である。

(I-9-1) 先ず、画像中心ずれ量算出部65Gは、見切枠画像201の画素  
 15 位置の座標値から、四隅の点A1, A2, A3, A4の座標値を算出する。そして、これら四隅の点A1, A2, A3, A4の座標値に基づいて、見切枠画像201の中心位置Oaの座標値を算出する(見切枠画像中心位置算出手順: ステップS991)

(I-9-2) 次に、画像中心ずれ量算出部65Gは、ステップS96において  
 20 取得した境界点Hから、見切枠画像201の各上下左右端縁に沿った近似直線L1, L2, L3, L4を算出する(ステップS992)。

(I-9-3) また、画像中心ずれ量算出部65Gは、これら算出した近似直線L1, L2, L3, L4の交点S1, S2, S3, S4の座標値を算出する(ステップS993)。

25 (I-9-4) さらに、画像中心ずれ量算出部65Gは、これら算出した交点S1, S2, S3, S4の座標値に基づいて、照明領域LAの略中心位置Osの座標値を算出する(光学像中心位置算出手順: ステップS994)。

(I-9-5) そして、画像中心ずれ量算出部65Gは、ステップS991にて

算出した中心位置 $O_a$ の座標値、および、ステップS994にて算出した中心位置 $O_s$ の座標値から、見切枠画像201と照明領域LAの中心位置のずれ量を算出する（画像中心ずれ量算出手順：ステップS995）。具体的に、中心位置のずれ量は、中心位置 $O_s$ および中心位置 $O_a$ のX座標のずれ量として、中心ずれ量Xを算出する。また、中心位置 $O_s$ および中心位置 $O_a$ のY座標のずれ量として、中心ずれ量Yを算出する。

（I-10）ステップS98にて照明マージンを算出し、また、ステップS99にて画像中心ずれ量を算出した後、表示制御手段67は、照明領域対比手段65から左右マージン $M_h$ 、上下マージン $M_v$ 、中心ずれ量X、および、中心ずれ量Yを取得する。そして、表示制御手段67は、ディスプレイ61にこれらの情報を表示させる（ステップS100）。具体的に、表示制御手段67は、図24に示すように、ディスプレイ61に情報Aの表示を実施する。

上記ステップS983およびS985では、見切枠画像201の上下左右のそれぞれの端縁に沿った境界点を用いている。この見切枠画像201の上下左右のそれぞれの端縁に沿った境界点は、例えば、下記のように取得してもよい。

照明領域対比工程S9で、境界点取得手順S96で取得された境界点Hのうち見切枠画像201の外形線に対して所定の範囲内にある境界点Hのみを照明マージン算出手順S98と中心ずれ量を算出するS99とに用いるようにしてもよい。さらに、境界点取得手順S96において、見切枠画像201の外形線に対して所定の範囲外にある境界点Hを取得した場合、再度取得し直すようにしてもよい。この所定の範囲は、明らかに境界点取得手順S96中の製造環境の異常等に起因して取得された特異的な点を排除できるように設定される。すなわち、境界点取得手順S96において本来の境界点とは異なる特異的な境界点Hを取得した場合であっても、その特異的な境界点を排除して正常に取得された境界点Hのみによって照明マージン算出手順S98と中心ずれ量を算出するステップS99を行うものである。これにより、例えば、取得された複数の境界点のうち、設計上の照明領域となる見切枠画像の極端に内側に位置するような特異的な境界点があった場合であっても、見切枠画像に対する光学像の照明領域全体の照明マージンを

確実に算出できる。

なお、上述したステップS4は、この照明領域対比工程S9の前まで実施されていればよく、その実施の間合いは適宜設定できる。

- (J) そして、PC本体62における画像処理装置64の最適状態判定手段66
- 5 は、ステップS9の照明領域対比手段65にて算出された照明マージンおよび中心位置のずれ量を取得する。そしてまた、最適状態判定手段6.6は、これら取得した照明マージンおよび中心位置のずれ量に基づいて第1レンズアレイ112Aの設置位置が最適な位置であるか否かを判定する（最適状態判定工程：ステップS10）。

- 10 具体的に、最適状態判定手段66は、ステップS8にて呼び出したマージン量の閾値データに基づいて、左右マージンMhおよび上下マージンMvがそれぞれ閾値以上であるか否かを判定する（ステップS101）。

- ステップS101において、「No (N)」と判定した際には、最適状態判定手段66は、表示制御手段67に判定情報を出力する。そして、表示制御手段67
- 15 は、この判定情報に基づいて、ディスプレイ61に「NG」の文字を点灯させる（図24参照）。この場合、後述するステップS11において、作業者は第1レンズアレイ112Aの位置調整を実施する必要がある。

- 一方、ステップS101において、「Yes (Y)」と判定した際には、最適状態判定手段66は、ステップS8にて呼び出した中心ずれ量の閾値データに基づ
- 20 いて、中心ずれ量Xおよび中心ずれ量Yがそれぞれ閾値以下であるか否かを判定する（ステップS102）。

- ステップS102において、「N」と判定した際には、ステップS101と同様に、ディスプレイ61に「NG」の文字が点灯される。また、この場合も、後述するステップS11において、作業者は第1レンズアレイ112Aの位置調整を
- 25 実施する必要がある。

一方、ステップS102において、「Y」と判定した際には、最適状態判定手段66は、表示制御手段67に判定情報を出力する。そして、表示制御手段67は、この判定情報に基づいて、ディスプレイ61に「OK」の文字を点灯させる（図2

4 参照)。すなわち、最適状態判定手段66は、照明マージンが所定の閾値以上であり、かつ、中心ずれ量が所定の閾値以下である場合に、第1レンズアレイ112Aの位置が最適な状態であると判定する。

- (K) 作業者は、ステップS10にて第1レンズアレイ112Aが最適な位置に  
5 配置されていないと判断された場合、言い換えれば、照明マージンが閾値データ以下であるか、中心位置のずれ量が閾値データ以上であった場合、ステップS100にてディスプレイ61に表示された情報Aを観察しながら、位置調整部30を操作して、第1レンズアレイ112Aの位置調整を実施する（光束分割素子位置調整工程：ステップS11）。具体的には、図25に示すフローチャートに基づいて位置調整を実施する。  
10

- ここで、照明領域対比手段65は、この位置調整部30によって第1レンズアレイ112Aの位置が変更されると、この変更に関連して、照明マージンおよび中心位置のずれ量を算出し、ディスプレイ61に情報Aを表示させ、かつ、最適状態判定手段66は、算出された対比結果に基づいて第1レンズアレイ112A  
15 が最適な位置であるか否かを判定しディスプレイ61にその判定結果を表示させる。このため、作業者はこの表示された情報Aと判定結果を観察しながら位置調整を実施できる。

- (K-1) 先ず、作業者は、位置調整部30における調整部本体32のY軸位置調整部322およびX軸位置調整部323を操作し、第2レンズアレイ112B  
20 およびPBSアレイ112Cに対する第1レンズアレイ112Aの粗調整を実施する（ステップS111）。

具体的に、作業者は、ディスプレイ61に表示された中心ずれ量Xを観察しながら、X軸方向調整つまみ323Bを操作して、第1レンズアレイ112AをX軸方向に位置調整する（X軸位置調整手順：ステップS111A）。

- 25 また、作業者は、ディスプレイ61に表示された中心ずれ量Yを観察しながら、Y軸方向調整つまみ323Bを操作して、第1レンズアレイ112AをY軸方向に位置調整する（Y軸位置調整手順：ステップS111B）。

そして、中心ずれ量Xおよび中心ずれ量Yが略0になるようにX軸位置調整手

順S101AおよびY軸位置調整手順S101Bを実施する。

(K-2) 次に、作業者は、位置調整部30における調整部本体32の面内回転位置調整部324を操作して第1レンズアレイ112Aの位置調整を実施し、照明マージンを調整する（面内回転位置調整手順：ステップS112）。

- 5      具体的に、作業者は、面内回転位置調整部324における位置固定部324Dを操作して、面内回転摺動板324Bを摺動可能にする。そして、作業者は、ディスプレイ61の左右マージンMhおよび上下マージンMvを観察しながら、面内回転調整つまみ324Cを操作して、面内回転摺動板324Bを回転摺動させて、第1レンズアレイ112Aの位置調整を実施する。

- 10    (K-3) 次に、作業者は、再度、ディスプレイ61に表示された中心ずれ量Xおよび中心ずれ量Yを観察しながら、X軸方向調整つまみ323BおよびY軸方向調整つまみ322Bを操作して、第1レンズアレイ112Aの位置調整を実施する。そして、これら中心ずれ量Xおよび中心ずれ量Yが略0になるように調整する（ステップS113）。

- 15    (L) 次に、紫外線照射装置70から光ファイバ等の導光手段を介して、位置調整部30に設置された光線照射部（図示省略）から保持枠112Dの光入射側端面と第1レンズアレイ112Aとの間に紫外線を照射する。そして、保持枠112Dと第1レンズアレイ112Aとの間に介在する紫外線硬化型接着剤がこの紫外線の照射により硬化し、保持枠112Dの光入射側端面に第1レンズアレイ112Aが接着固定される（第2位置決め工程：ステップS12）。

- 20    (M) そして、製造装置1に設けられたクランプスイッチSW2を操作し、光束分割素子挟持部31による第1レンズアレイ112Aの挟持状態を解除する（ステップS13）。そしてまた、製造装置1に設けられた保持枠保持部上下摺動スイッチSW1を操作し、保持枠保持部21をレール12Aに対して下方に摺動する（ステップS14）。そしてさらに、紫外線遮蔽カバー22を開放して照明光学ユニット112を取り出す（ステップS15）。

以上のような工程により、照明光学ユニット112が製造される。

#### 〈4〉実施形態の効果

本実施形態によれば、以下のような効果がある。

- (1) 照明光学ユニットの製造方法において、照明領域対比工程S9では、光学像検出工程S7にて検出された光学像を取り込んで、PC60を用いて画像処理を施すことにより、見切枠画像201および光学像200の照明領域LAを精密に対比できる。そして、最適状態判定工程S10では、PC60により、照明領域対比工程S9にて算出される対比結果に基づいて設計上の照明領域である見切枠画像201に対する光学像200の照明領域LAの最適な状態であるか否かを容易にかつ正確に判定できる。さらに、光束分割素子位置調整工程S11では、最適状態判定工程S10にて最適な状態ではないとされた第1レンズアレイ112Aの第2レンズアレイ112BおよびPBSアレイ112Cに対する相対位置を照明領域対比工程S9での対比結果に基づいて容易かつ精密に効率よく調整する。

- したがって、従来の目視による曖昧な調整精度を改善し、各光学素子の光学的相対位置を高精度に調整できるとともに、効率的に調整することができ、集光効率の向上した照明光学ユニット112を製造できる。

- (2) 第1位置決め工程S1にて第2レンズアレイ112BおよびPBSアレイ112Cは保持枠112Dに対して外形基準で位置決め固定されているので、光束分割素子位置調整工程S11では、第2レンズアレイ112BおよびPBSアレイ112Cに対して第1レンズアレイ112Aのみの位置調整を実施すれば、第2レンズアレイ112BおよびPBSアレイ112Cと第1レンズアレイ112Aとを最適な相対位置に容易かつ精密に配置できる。そして、第2位置決め工程S12では、光束分割素子位置調整工程S11で最適な位置に調整された第1レンズアレイ112Aを、保持枠112Dに瞬時に確実に位置決め固定できる。

- したがって、設計上の照明領域の位置に対する、照明光学ユニットが形成する光学像の照明領域との位置調整、言い換えれば、第2レンズアレイ112BおよびPBSアレイ112Cと第1レンズアレイ112Aとの位置調整を簡単な工程で実施することができるとともに確実に位置固定できるので、照明光学ユニット112の製造効率を向上できる。

(3) 光束導入工程S5にて、照明装置40から光束を導入した場合には、基本的には一定輝度値の光束を放射しているが、製造時の外部環境等の影響によって、瞬間的に輝度値が小さくなる等の変化を起こす場合がある。しかし、照明領域対比工程S9で取得される輝度値変化曲線300の輝度値変化部分303の傾きは、  
 5 このような照明装置40の変化等の影響を受けない。その輝度値変化部分303を直線近似した変化部分近似直線303Aに基づいて境界点Hを取得したので、光学像200の正確な照明領域LAを正確に算出できる。

(4) また、照明領域対比工程S9では、直線性の高い部分である輝度基準値220階調線近傍の点Aを基準として、この点Aの前後10画素離れた点B、Cに  
 10 基づいて、変化部分近似直線303Aを算出したので、画像取り込みのタイミングによる近似直線の傾きのばらつきを最小限に抑えた正確な近似直線を取得でき、光学像200の正確な照明領域LAを算出できる。

(5) 照明マージン算出手順S98では、ステップS97にて取得された複数の境界点Hのうち、見切枠画像201の互いに対向する一方の辺に沿った境界点と、  
 15 他方の辺に沿った境界点間の一对の辺に直交する方向の最小距離Ds (Dsh、Dsv)、および、見切枠画像201的一对の画素位置間の距離Da (Dah、Dav) に基づいて、式(2)および(3)により照明マージン(左右マージンMh、上下マージンMv)を算出する。

したがって、例えば、取得された複数の境界点Hのうち、特異的な境界点があった場合であっても、見切枠画像201に対する光学像200の照明領域LA全体の照明マージンを確実に算出できる。  
 20

(6) 照明領域対比工程S9では、見切枠画像中心位置算出手順S991、光学像中心位置算出手順S994、および、画像中心ずれ量算出手順S995を備えていることにより、設計上の照明領域である見切枠画像201の中心軸と光学像  
 25 200の照明領域LAの中心軸とのずれ量を算出できる。

また、最適状態判定工程S10では、照明マージン(左右マージンMh、上下マージンMv)が所定の閾値以上であり、かつ、画像中心ずれ量算出手順S99で算出された中心位置のずれ量(中心ずれ量X、中心ずれ量Y)が所定の閾値以



下である場合に、光学像200の照明領域LAが最適状態であると判定する。このことにより、照明領域対比工程S9にて取得した境界点Hのうち幾つかの境界点Hに誤差が生じている場合であっても、設計上の照明領域に対して有効な照明マージンを確保し、かつ、照明光軸のずれのない照明光学ユニット112を製造  
5 できる。

(7) 光束分割素子位置調整工程S11では、照明領域対比工程S9で表示された情報Aに基づいて、位置調整部30におけるY軸位置調整部322、X軸位置調整部323、および、面内回転位置調整部324を操作し、第1レンズアレイ112AをX軸方向、Y軸方向、Z軸を中心とした回転方向に位置調整し、照明  
10 マージンおよび中心位置のずれ量を調整する。

したがって、情報Aに従って位置調整部30の操作を明瞭に行うことができ、第1レンズアレイ112Aの位置調整を高精度に実施でき、照明光学ユニット112を容易な作業で高精度に製造できる。

(8) 第2位置決め工程S12では、第1レンズアレイ112Aと保持枠112Dの光入射側端面との間に介在する紫外線硬化型接着剤に、紫外線照射装置70と光ファイバ等の導光手段で接続された光線照射部から紫外線を照射する。そして、この接着剤を硬化させて第1レンズアレイ112Aと保持枠112Dを接着  
15 固定する。

したがって、照明光学ユニット112の製造を容易に行え、照明光学ユニット  
20 112の製造効率の向上を図れる。

#### (5) 実施形態の変形

なお、本発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

前記実施形態において、照明領域対比工程S9では、取得した境界点Hに基づく照明領域LAの最小距離 $D_s$  ( $D_{sh}$ ,  $D_{sv}$ )、および、見切枠画像201の画素位置間の距離 $D_a$  ( $D_{ah}$ ,  $D_{av}$ )に基づいて、照明マージン $M$  ( $M_h$ ,  $M_v$ )を算出していたが、これに限らない。例えば、見切枠画像201における  
25 所定の画素位置の座標値に対する、取得した所定の境界点Hの座標値の相対値を

照明マージンMとして採用してもよい。さらに、見切枠画像201の面積に対する、複数の境界点Hの集合で形成される光学像200の照明領域LAの面積の相対値を照明マージンMとして採用してもよい。また、設計上の照明領域に対して光学像による照明領域が同等、大きい、あるいは、小さい等の対比結果を算出して最適状態判定の判定項目として採用してもよい。

また、照明領域対比工程S9では、複数の走査線から複数の境界点Hを取得して、これら取得した境界点Hに基づいて照明マージンMを算出していたが、これに限らない。例えば、単一の走査線から境界点Hを取得する。そして、この走査線上の見切枠画像201の画素位置または画素位置間の距離に対する、境界点Hの位置または境界点H間の距離の相対値を取得し、この相対値を照明マージンMとして算出してもよい。

さらに、照明マージン算出手順S98では、取得した境界点Hに基づく照明領域LAの最小距離Ds ( $D_{sh}$ ,  $D_{sv}$ )、および、見切枠画像201の画素位置間の距離Da ( $D_{ah}$ ,  $D_{av}$ )に基づいて、式(2)、(3)にて照明マージンM (左右マージン $M_h$ 、上下マージン $M_v$ )を算出していたが、これに限らない。その他の数式を用いて照明マージンMを算出してもよい。

前記実施形態において、近似直線算出手順S95では、変化部分近似直線303Aを取得する際に、220階調を輝度基準値として設定したが、これに限らない。例えば、100階調等のその他の階調を輝度基準値として設定してもよい。この際、輝度基準値は予め設定されていてもよい。

また、20画素分離れた画素位置の点B、Cに基づいて、変化部分近似直線303Aを取得したが、これに限らない。例えば、20画素以上または20画素未満の画素数分離れた位置の点に基づいて取得してもよい。すなわち、輝度値変化部分303の全体または一部分のみを用いて変化部分近似直線303Aを取得してもよい。

さらに、変化部分近似直線303Aを取得する際に、2点B、Cに基づいて直線近似していたが、点A、B、Cに基づく3点またはその他の3点以上の複数の点を取得して、最小二乗法等の手法を用いて直線近似してもよい。要するに、輝

度値変化部分 303 を適正に直線近似できればよい。

- 前記実施形態において、境界点取得手順 S96 では、所定画素分として 50 画素分シフトするようにした（ステップ S962）が、このシフト画素数は、特に限定されない。例えば、変化部分近似直線 303A の傾き（図 16 の角度  $\phi$ ）に応じて変化させてもよい。すなわち、傾きが大きい場合（角度  $\phi$  : 大）には大きくシフトさせ、傾きが小さい場合（角度  $\phi$  : 小）には小さくシフトさせる。このようにすれば、照明部分 302 上の点 E を、直線近似する際に、基準として適性な点を確実に特定できる。ただし、このシフトさせる画素数は特に限定されない。

- また、ステップ S961 における変化部分近似直線 303A と 255 階調線 Y2 との交点 G を境界点 H としてもよい。これによると、ステップ S962 ~ S965 の手順を省くことができる。

また、光学像 200 の略中央部分の画素位置に点 F に基づいて、照明部分近似直線 302A を算出したが、これに限らない。その他の画素位置の点に基づいて算出してもよい。

- 前記実施形態において、光束分割素子として第 1 レンズアレイ 112A を用いた構成を説明したが、これに限らない。例えば、入射した光束を内面反射を利用して複数の部分光束に分割するロッド等を採用してもよい。すなわち、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割できる光学素子があれば、種々のものを採用できる。

- 前記実施形態において、照明光学ユニット 112 は、第 1 レンズアレイ 112A、第 2 レンズアレイ 112B、および、PBS アレイ 112C を一体化する保持枠 112D を用いた構成を説明したが、このような構成に限らない。すなわち、第 1 レンズアレイ 112A を、第 2 レンズアレイ 112B および PBS アレイ 112C に対して位置決めできるような構成とすればよく、スペーサ等を利用して一体化するような構成でもよい。

また、照明光学ユニット 112 として、第 1 レンズアレイ 112A、第 2 レンズアレイ 112B、および、PBS アレイ 112C の他、重畳レンズ 113 等のその他の光学素子を一体化するように構成してもよい。

前記実施形態において、照明光学ユニット112は、紫外線硬化型接着剤を使用して一体化していたが、これに限らない。例えば、熱硬化型接着剤、弾性系接着剤、瞬間系接着剤等のその他の接着剤を採用してもよい。

5 前記実施形態において、投影板14には、見切枠14Aが形成された構成を説明したが、これに限らない。例えば、画像処理装置64に、プロジェクタの種類に応じた見切枠画像を記録する記録手段を設ける。そして、照明領域対比手段65は、この記録手段に記録された見切枠画像のうち、選択されたプロジェクタの種類に応じた見切枠画像と光学像200の照明領域LAとを対比するような構成としてもよい。

10 また、投影板14は、すりガラスで構成したが、これに限らない。例えば、アクリル等の各種プラスチック、樹脂等、その他の材料で構成してもよい。

前記実施形態において、製造対象となる照明光学ユニット112は、プロジェクタ100のインテグレート照明光学系110を構成する光学ユニットであったが、これに限らず、他の用途に使用されてもよい。

15

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明の照明光学ユニット製造装置、照明光学ユニット製造方法は、プロジェクタに使用される照明光学ユニットを製造する製造装置、製造方法として有用である。特に、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子を  
20 一体化した照明光学ユニットの製造に適している。